The Anatomical response accompanied with Zn role in removing B toxicity in different plant B tolerant.

الاستجابة التشريحية المصاحبة لدورالزنك في ازالة سمية البورون في انواع نباتية مختلفة التحمل للبورون

خالد علي حسين
جامعة كربلاء/ كلية العلوم

عبد الله ابراهيم شهيد
جامعة بابل/كلية العلوم

عبد عون هاشم علوان الغانمي
جامعة كربلاء/ كلية العلوم

البحث مستل من أطروحة الباحث الاول

الخلاصة:

أجريت تجربة مختبريه لدراسة التغيرات النسيجية المصاحبة لدور الزنك في ازالة سمية البورون في انواع نباتية مختلفة في تحملها للبورون الماش (حساس) و الخيار (معتدل التحمل) و الطماطة (متحمل) واظهرت النتائج الاتي :-

سَبَبت سُمية البورون تغيرات في الابعاد النسيجية لأوراق عُقل الماش والخيار والطماطة اذ انخفض سُمك كل من الورقة والعرق الوسطي والطبقة الاسفنجية وطول الحزمة الوعائية مع زيادة سُمك الطبقة العمادية وعرض الحزمة الوعائية في الماش والخيار، وزيادة كل هذه المؤشرات في اوراق عُقل الطماطة . كما ان التركيز السام من البورون اختزل كل من سُمك نسيج الجزء القاعدي للعقل hpocotyl ،وسُمك طبقة القشرة وعدد الحزم الوعائية في الماش والخيار في حين ازدادت ابعاد الحزم الوعائية في الماش وقلَّت في الخيار.فضلاً عن ازدياد كل الابعاد النسيجية المذكورة آنفاً في الطماطة. ومن جانب أخر، فان تجهيز الزنك حسَّن الصفات التشريحية للأوراق والجزء القاعدي للعُقل وهذا يدلل على أن الزنك قلل التأثيرات المتكونة بسب إجهاد البورون في التراكيب التشريحية لكل من الانواع الثلاثة.

Abstract :

An laboratory experiment was conducted to study the anatomical changes accompanied with Zn in removing B toxicity in different plant species that are different in their tolerance to B toxicity namely : mung bean (sensitive) , cucumber (moderately tolerant) and tomato (tolerant). Results were revealed that: boron toxicity caused changes in tissue measurements in leaves of mung bean, cucumber and tomato cuttings. It owere rgit caused decline of leaves thicknes, midrib, spongy layer, bundle length. In addition to an increases of palisade layer thickens , bundle width in mung bean and cucumber, and an increase of all the above parameters in Tomato leaves cutting. The toxic level of boron reduced the thickens of the hypocotyls ,cortex as wells vascular bundle number in mung bean and cucumber. Although, the measurements of vascular bundle increased in mung bean decreased in cucumber, whereas in tomato all the above measurements were increased. On the other hand, Zn supplied was improved the anatomical characteristics for leaves and basal part of cuttings. This means that Zn was lowering the reverse effect due to boron stress in anatomical structures of these plant *spp*.

1-المقدمة :

الى جانب التكيفات الفسيولجية والبايوكميائية فالنباتات تتاقلم (تتكيف) مع الظروف الملحية بواسطة التغيرات التشريحية للأوراق مما ينعكس على النبات مورفولوجياً (1) وان الملوحة العالية غالباً ماتؤدي الى تغيرات مورفولوجية وتشريحية مثل إختزال طول الحزمة،اشعة الخشب، عدد الاوعية وزيادة النسيج الاسفنجي والنسيج العمادي لاوراق نبات Jatropha (2). وجد (3) ان المعاملة بـ NaCl قد تسببت بتثبيط نمو نظام النقل الوعائي في بادرات الماش Mung bean. وفي دراسة للـ (4) لتحديد الأصناف المتحملة للملوحة والمميزات التشريحية لبادرات نبات الشعير تحت الظروف الملحية وجد أن الملوحة تختزل سمك البشرة العليا والسفلى، قطر الحزم الوعائية والاسطوانة الوعائية في الأوراق وزيادة سمك البشرة الداخلية والخارجية في الجذور لبعض الاصناف.

التغيرات التشريحة بامكانها ان تجعل قدرة النبات على توصيل الماء والمغذيات مشوشة في الملوحة العالية . حيث لاحظ (5) أن تقليل قطر الخشب الابتدائي في أوراق حشاش Rhodes تتطابق مع قانون Hagen-Poiseulle الذي يربط قوة جريان الماء وقطر قنوات الخشب ويمكن ان يُستنتج بان إقلالا صغيرا قد يدلل على زيادة كبيرة في المقاومة الهيدروليكية hydraulic resistance (6) والى ضعف التوصيل الهيدروليكيhydraulic conductivity. كما أشارت نتائج (7) وان تجهيز مستويات عالية من البورون حفزت على إضافات عالية من مادة اللكنين lignin في جذورالطماطة صنف kosaco لكن ليس في صنف

Josfina فضلاً عن تثبيط نمو الجذور بسبب البورون الزائد نتيجة lignification وإضافات السوبرين في جدران خلايا القشرة. كما تبين ان هذه الظاهرة (إضافة السوبرين في جدران الخلايا القشرة) لها صلة باليات منع النبات لنقل الماء شعاعياً بأتجاه الأنسجة الموصِّلة (8).

وبيَّن (9) أن تحمل نبات الشعير (*Hordeum vulgare* L.) للبورون مرتبط بتغيرات مورفولوجية وان السيطرة على مستويات السكريات بين قمم الجذور والورقة يساعد على حفظ نمو الجذور واندماج اللكنين الى جدران الخلايا والذي يجعل انسجة النبات اكثرصلابة ومتانة . ووجد (10) بأن زيادة تركيز البورون في المحلول المغذي أحدث نقصاً في سمك ورقة النارنج والناشئ من اختزال أنسجة برنكيما النسيج الوسطي للورقة فضلاً عن أختزال حجم الكلوروبلاست عند الاستجابة للبورون العالي في المحلول المغذي. فضلا عن ما وجده (11) فقد حصل اختزال معنوي في أنسجة نبات الجت (*Medicago sativa* L.) النامي في البورون الزائد عند المقارنة بالسيطرة وحصول انخفاض في قطر الساق والجذر.

وجاءت هذه الدراسة لملاحظة التغيرات النسيجيه المصاحبة لسمية البورون وتلك الناتجة عن دور الزنك في السيطرة على سمية البورون في انواع نباتية مختلفة في تحملها للبورون ومن جانب آخر فان نتائج الاختلافات المتوقعة في الجانب التشريحي قد تعكس وتؤكد الآليات التي من خلالها تم تصنيف النباتات إلى حساس ومتحمل وما بينهما.

المواد وطرائق العمل :

استخدمت بذور الماش *Phaseolus aureus* Roxb والخيار *Cucumis sativus* L. والطماطة *Lycopersicum esculentin* Mill وتم زراعتها بعد نقعها بماء الحنفية الجاري مدة 12 ساعة ليلا، وزرعت على نشارة الخشب باستخدام محلول هوكلاند Hoagland solution بنصف القوه half strength (12) في غرفة النمو وتحت ظروف قياسية من أضاءة مستمرة وبشدة 1600-1800 لوكس ودرجة حرارة 25±1°C ورطوبة نسبية 60-70% حيث أضيف محلول Hoagland حسب الحاجة وهيئت العقل من بادرات متماثلة بعمر عشرة ايام (الماش والخيار) وعشرون يوماً (الطماطة) حسب طريقة (13). حضرت التراكيز السامة من البورون لكل من الماش والخيار والطماطة (200، 300 ، 400) مايكروغرام / مل على التوالي ، وكذلك التراكيز المناسبة من كبريتات الزنك لازالة سمية البورون في الماش والخيار والطماطة (15ppm ، 10ppmو 15ppm) على التوالي (14) لمعالجة سمية البورون. وجهزت عقل النباتات لمدة 24 ساعة بالماء المقطر او بالبورون السام اما معاملة المعالجة فقد تمت من خلال تعريض العقل لمدة 12 ساعة بالبورون السام ثم نقلت الى التركيز المناسب من كبريتات الزنك ولمدة 12 ساعة أخرى. ثم اخذت الاوراق الاولية والسُويقة الجنينية تحت الفلق Hypocotyl للعقل لعمل مقاطع نسيجية مستعرضة من الاوراق باستخدام Microtome والتقطيع اليدوي بالنسبة الى Hypocotyl وصورت المقاطع باتسخدام كاميرا رقمية digital.

3 - النتائج:

3-1- دور الزنك في إزالة سُمية البورون بدلالة التغيرات النسيجية لأوراق عُقل الماش

يبين الجدول 1 وكذلك الشكل A-1 وB وC إن تجهيز عُقل الماش بالتركيز السام من البورون لمدة 24 ساعة قد أثر معنوياً في الصفات التشريحية لأوراق العُقل فقد اختزل كل من سُمك النسيج وسُمك العرق الوسطي، سُمك الطبقة الأسفنجية وطول الحزمة الوعائية وعدد الاوعية (من 12 الى 7)، في حين ازداد سُمك الطبقة العمادية وعرض الحزمة معنوياً. وعند المعالجة بكبريتات الزنك ازداد كل من سُمك النسيج وسُمك العرق الوسطي ، سُمك الطبقة الأسفنجية وطول وعرض الحزمة الوعائية وعدد الاوعية(من 7الى10). أما سُمك الطبقة العمادية فقد أنخفض معنوياً عند المعاملة بالبورون السام ولكنه أصبح مساويا من الناحية المعنوية بالنسبة إلى العُقل غير المجهدة.

جدول 1: تأثير سُمية البورون في بعض القياسات النسيجية لأوراق عُقل الماش والمعالجة بكبريتات الزنك

Treatment in	القياسات النسجية (µm)						عدد الأوعية الخشبية
	سمك النسيج 10x	سمك العرق الوسطي 10x	سمك الطبقة الأسفنجية 10x	سمك الطبقة العمادية 10x	طول الحزمة 10x	عرض الحزمة 10x	
d.w for 24h	111.16	329.26	75.81	23.73	262.64	134.57	12
B 200 µg/ml for 24h	82.10	204.92	61.50	28.16	114.35	162.69	7
$ZnSO_4$ 10 ppm for12h→B 200 µg/ml for 12h	94.13	382.28	81.93	19.60	201.16	180.83	10
L.S.D (0.05)	6.04	11.75	4.79	4.36	15.15	12.34	3.51

3-2- دور الزنك في إزالة سُمية البورون بدلالة التغيرات النسجية لأوراق عُقل الخيار

يوضح الجدول 2 وكذلك الشكل A-2 وB وC التغيرات النسجية في أوراق عُقل الخيار المعرضة إلى سُمية B والمعالجة بـZn اذ بين أن سُمك النسيج ، سمك الطبقة الأسفنجية وسُمك الطبقة العمادية وطول الحزمة الوعائية , انخفضت عند تعريض العقل إلى سمية البورون وبشكل معنوي بالنسبة إلى القياسات النسيجية لأوراق السيطرة في حين ازداد سُمك العرق الوسطي بشكل غير معنويا بينما عرض الحزمة ازداد معنويا تحت ظروف سمية B ، فضلا عن ذلك فان تجهيز العُقل بالزنك سبب زيادة جميع القياسات معنويا بالنسبة إلى السمية باستثناء سمك الطبقة العماديةفقد قلت معنوياً.

جدول 2: تأثير سمية البورون في بعض القياسات النسيجية لأوراق عقل الخيار والمعالجة بكبريتات الزنك

Treatment in	القياسات النسجية (µm)						عدد الأوعية الخشبية
	سمك النسيج 10x	سمك العرق الوسطي 10x	سمك الطبقة الأسفنجية 10x	سمك الطبقة العمادية 10x	طول الحزمة 10x	عرض الحزمة 10x	
d.w for 24h	119	207.57	92.13	50.06	259.9	126.64	14
B 300 µg/ml for 24h	111.5	229.26	70.93	49.98	140.06	160.11	9
$ZnSO_4$ 10 ppm for12h→B 300 µg/ml for 12h	132.93	365	93.37	27.53	179.73	194.03	15
L.S.D (0.05)	4.94	22.47	11.27	7.69	21.60	15.79	2.81

3-3 - دور الزنك في إزالة سُمية البورون بدلالة التغيرات النسيجية لأوراق عُقل الطماطة

يشير الجدول 3 وكذلك الشكل A-3 وB وC إلى القياسات النسيجية لأوراق الطماطة اذ كانت (99.23 ، 214، 70.43، 33.31، 139.94 ، 122.23) مايكرو متر لكل من (سُمك النسيج، سُمك العرق الوسطي ، سُمك الطبقة الأسفنجية، سمك الطبقة العمادية، طول الحزمة وعرض الحزمة) عند معاملة السيطرة ،على التوالي وعند تجهيز العُقل بالتركيز السام من البورون فقد ازدادت إلى (111.6، 366 ، 82.11، 260.06، 150.13) ،على التوالي وباستثناء سمك الطبقة العمادية فلم يتغير معنوياً وعدد الاوعية أنخفض معنوياً(من 15الى 8)، وعند تجهيز الزنك مع البورون فقد خفض سمك العرق الوسطي وطول الحزمة وعرضها بشكل معنوي بالنسبة لسُمية الـ B ما عدا سُمك الطبقة العمادية لم يتغير معنوياً بينما سمك النسيج وسمك الطبقة الاسفنجية وعدد الاوعية فقد ارتفع معنوياً .

جدول 3: تأثير سمية البورون في بعض القياسات النسيجية لأوراق عقل الطماطة والمعالجة بكبريتات الزنك

Treatment in	القياسات النسجية (µm)						عدد الأوعية
	سمك النسيج 10x	سمك العرق الوسطي 10x	سمك الطبقة الأسفنجية 10x	سمك الطبقة العمادية 10x	طول الحزمة 10x	عرض الحزمة 10x	
d.w for 24h	99.23	214	70.43	33.31	139.94	122.23	15
B 400 µg/ml for 24h	111.6	366	82.11	30.67	260.06	150.13	8
$ZnSO_4$ 15 ppm for12h→B 400 µg/ml for 12h	134	282.3	102.04	32.03	180.13	143.53	14
L.S.D (0.05)	18.90	45.39	9.90	NS	16.68	5.25	3.45

4-3 - دور الزنك في إزالة سُمية البورون بدلالة التغيرات النسيجية لـ Hypocotyl عُقل الماش

يبين الجدول 4 وكذلك الشكل A-4 وB و C أن التركيز السام من B قد أثر في الصفات التشريحية للسويقة الجنينية تحت الفلق Hypocotyl لعُقل الماش فقد اختزل عدد الحزم الوعائية وكذلك عدد الاوعية الخشبية من 14 حزمه و6 وعاء في معاملة السيطرة إلى 8 حزمة و 4 وعاء في معاملة السُمية ، بينما سُمك النسيج انخفض من 1325.1 إلى 1120.25مايكروميتر. ومن جانب أخرفان طول الحزمة الوعائية وقطرها قد ازداد من 164.66،98.26 في السيطرة إلى 210.35،110.13،على التوالي وبشكل معنوي عند المعاملة بالـ B. لكن المعالجة بالزنك أثرت بالقياسات النسيجية للـ Hypocotyl فقد ازداد عدد الحزم الوعائية وعدد الاوعية وسُمك النسيج واختفت الفروقات الإحصائية مع معاملة السيطرة أما طول الحزمة الوعائية وقطرها فقد انخفض مقارنة بسُمية البورون وفي الوقت ذاته أصبحت القياسات النسيجية للعقل المعاملة بكبريتات الزنك مساويا للسيطرة أحصائياً.

جدول 4: تأثير سُمية البورون في بعض القياسات النسيجية لـ Hypocotyle عُقل الماش والمعالجة بكبريتات الزنك

Treatment in	القياسات النسجية(µm)					عدد الأوعية الخشبية
	عدد الحزم الوعائية 4x	سمك النسيج 4x	سمك القشرة 4x	طول الحزمة 4x	قطر الحزمة 4x	
d.w for 24h	14	1325.1	205.13	164.66	98.26	6
B 200 µg/ml for 24h	8	1120.25	210.42	210.35	110.13	4
$ZnSO_4$ 15 ppm for12h→B 200 µg/ml for 12h	12	1300.08	199.66	158.67	105.00	7
L.S.D (0.05)	1.99	52.87	NS	16.26	10.89	1.12

5-3- دور الزنك في إزالة سُمية البورون بدلالة التغيرات النسيجية لـ Hypocotyl عُقل الخيار

يلاحظ من الجدول 5 وكذلك الشكل A-5 وB وC ان عدد الحزم الوعائية وعدد الاوعية قد انخفض معنويا من 6 و8 الى 4 و5 ،على التوالي نتيجة سمية البورون اذ يلاحظ من الجدول ان جميع المؤشرات قد انخفضت معنوياً باستثناء قطر الحزمة الوعائية اذ ازداد بصورة غير معنوية . أما المعالجة لها فقد تسببت في زيادة جميع المؤشرات معنوياً باستثناء قطر الحزمة الوعائية التي كانت الزيادة غير معنوية قياساًبمعاملة السمية بالبورون. علماً ان الزيادة في جميع المؤشرات لم تصل الى حد السيطرة.

جدول 5: تأثير سُمية البورون في بعض القياسات النسيجية لـ Hypocotyle عُقل الخيار والمعالجة بكبريتات الزنك

Treatment in	القياسات النسجية(µm)					
	عدد الحزم الوعائية 4x	سمك النسيج 4x	سمك القشرة 4x	طول الحزمة 4x	قطر الحزمة 4x	عدد الأوعية
d.w for 24h	6	1549.65	425.67	305.63	170.28	8
B 300 µg/ml for 24h	4	1275.32	300.46	210. 87	186.43	5
$ZnSO_4$ 10 ppm for12h→B 300 µg/ml for 12h	6	1375	374.36	259.57	189.31	7
L.S.D (0.05)	1.62	80.20	17.17	17.09	NS	0.66

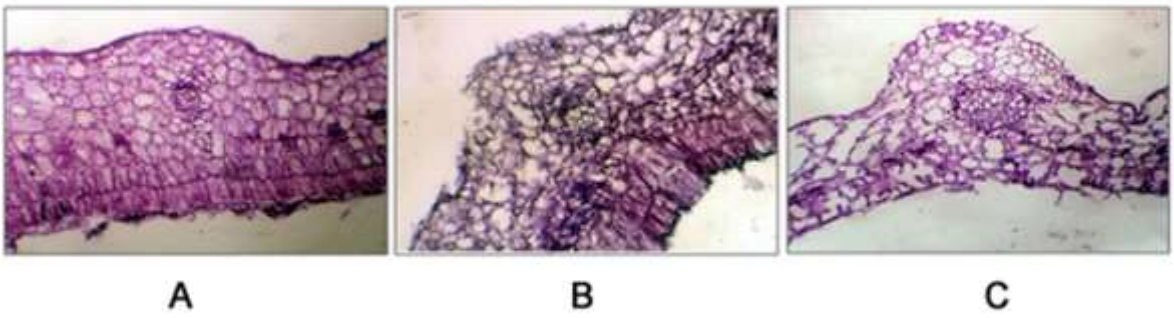
3-6- دور الزنك في إزالة سُمية البورون بدلالة التغيرات النسيجية لـ Hypocotyl عُقل الطماطة

يبين الجدول 6 وكذلك الشكل A-6 وB وC أن التركيز السام من البورون تسبب في زيادة معنوية لعدد الحزم الوعائية في Hypocotyl عُقل الطماطة اذ ازدادت من 4 حزمة في معاملة السيطرة إلى 6 حزمة في معاملة السُمية وكذلك الحال مع كل القياسات بأستثناء طول الحزمة الذي لم يختلف معنوياًعن عينة السيطرة ، أما المعالجة بكبريتات الزنك وبالتركيز الأمثل فقد خفضت معنوياً قيم معاملة السمية بالبورون وقاربت قيم المعاملة غير المعرضة للاجهاد بأستثناء الزيادة المعنوية في عدد الحزم الوعائية وعدد الأوعية الخشبية وقطر الحزمة.

جدول 6: تأثير سُمية البورون في بعض القياسات النسيجية لـ Hypocotyl عُقل الطماطة والمعالجة بكبريتات الزنك

Treatment in	القياسات النسجية(µm)					
	عدد الحزم الوعائية 4x	سمك النسيج 4x	سمك القشرة 4x	طول الحزمة 4x	قطر الحزمة 4x	عدد الأوعية
d.w for 24h	4	1444.13	199.59	173.76	250.53	6.33
B 400 µg/ml for 24h	6	1857.62	224.63	201.83	349. 67	8.33
$ZnSO_4$ 15 ppm for12h→B 400 µg/ml for 12h	7	1456.45	201	150.42	275.38	11
L.S.D (0.05)	0.66	67.37	20.91	32.75	22.27	1.48

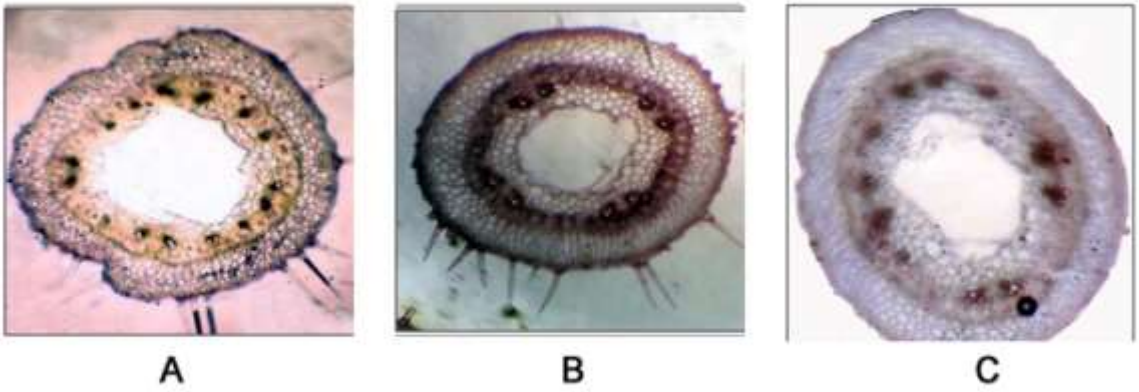
شكل (1) المقاطع المستعرضة لأوراق نبات الماش (A-أوراق السيطرة ، B - أوراق السمية ، C- أوراق المعالجة).



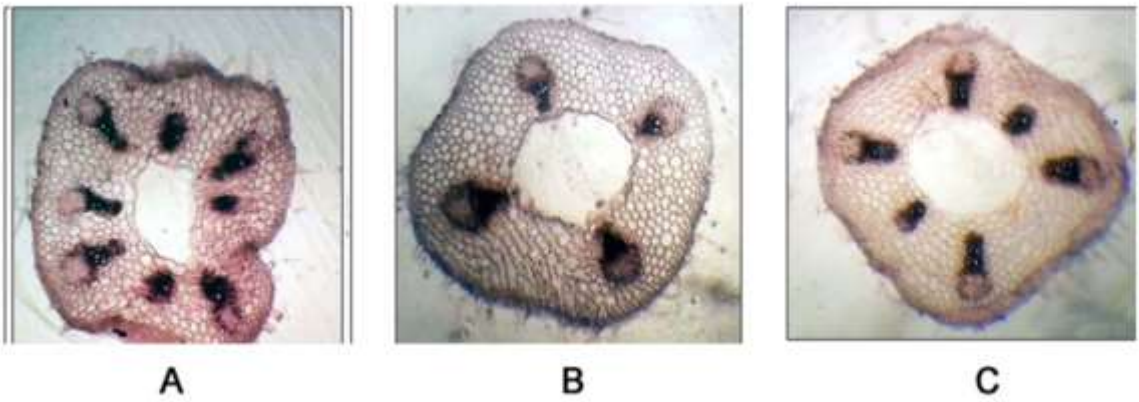
شكل (2) المقاطع المستعرضة لأوراق نبات الخيار (A-أوراق السيطرة ، B - أوراق السمية ، C- أوراق المعالجة).

شكل (3) المقاطع المستعرضة لأوراق نبات الطماطة (A-أوراق السيطرة ، B - أوراق السمية ، C- أوراق المعالجة).

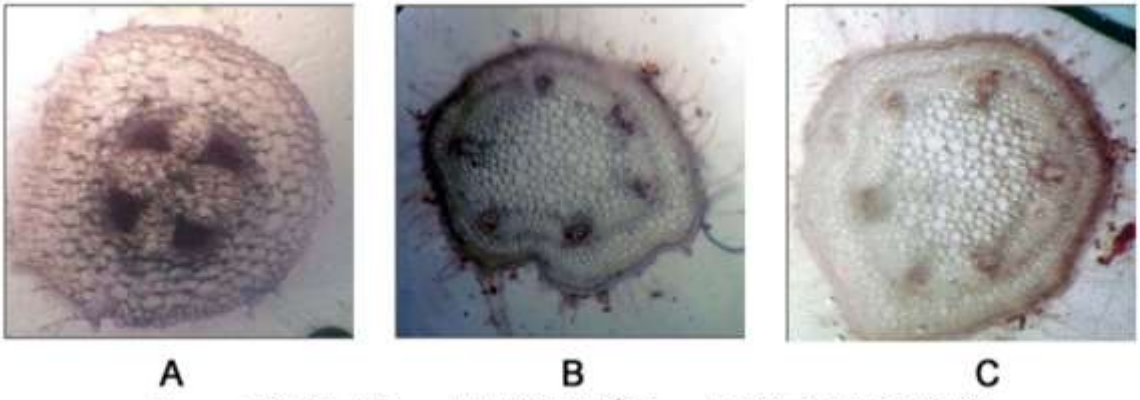
قوة التكبير للاشكال (1) و (2) و (3) هي 4x



شكل (4) المقاطع المستعرضة لـHypocotyl غَقل الماش (A- Hypocotyl السيطرة ، B- Hypocotyl السَمية، C- Hypocotyl المعالجة).



شكل (5) المقاطع المستعرضة لـHypocotyl غَقل الخيار (A- Hypocotyl السيطرة ، B- Hypocotyl السَمية، C- Hypocotyl المعالجة).



شكل (6) المقاطع المستعرضة لـHypocotyl غَقل الطماطة (A- Hypocotyl السيطرة ، B- Hypocotyl السَمية، C- Hypocotyl المعالجة).

قوة التكبير للاشكال (4) و (5) و (6) هي 10x

4-المناقشة :

ان الاستجابة للاجهادات غالباً ما يعبر عنها بتغيرات نسيجية وتشريحية في كل من الأوراق و السيقان والجذور (15) فضلاً عن التغيرات التي يمكن تختلف من عضو الى أخر وعلى مستويات مختلفة من التنظيم (16). كما ان نمو و تكشف النباتات يرتبط مع الصفات التشريحية لاستمرارية البقاء تحت ضرر الظروف البيئية الخطرة (17).

الصفات التشريحية الموضحة في الجداول 1 و2 و3 وكذلك الصورالموضحة في الاشكال1 و2 و3 تبين إن اجهاد البورون أثرَّ في التراكيب النسيجية لأوراق عُقل الماش وخفض سُمك نسيج الورقة وسُمك العرق الوسطي وسمك الطبقة الاسفنجية وطول الحزم الوعائية وبالنسب 18.87، 26.14 36.85 ، 54.39)% ،على التوالي مقارنة بالسيطرة في حين ازداد سُمك الطبقة العمادية وعرض الحزمة الوعائية بوجود التركيز السام من البورون وكانت نسب زيادة 18.66% , 20.88% عن السيطرة. ان انخفاض سُمك نسيج الورقة يمكن ان يكون ناشئاً عن انخفاض سمك الطبقة الاسفنجية وسُمك العِرق الوسطي فضلاً عن التغيرات في أبعاد الحزم الوعائية كانخفاض طولها بنسبة 54.39 % ، لكن وجود البورون السام زاد من عرضها بنسبة 20.88% أي أن الاختزال الأكبر كان في طول الحزمة مما قد يكون أحد الأسباب في قلةِ سُمك نسيج الورقة. ويمكن ان يكون للبورون السام تأثير تثبيطي في فعالية بدء تكوين خلايا مختلفة في نسيج الورقة كما يؤثر في انقسام الخلايا واستطالتها (18)، فضلاً عن ذلك فان اختزال المؤشرات النسيجية أعلاه يشير إلى الحد من نمو الخلايا وكذلك انقسامها. وان اختزال أبعاد الحزم الوعائية قد يكون مرتبطاً مع نقص اقطار أوعية الخشب (5). كما أن الزيادة في سُمك الطبقة العمادية الحاوية على الكلوربلاست هي احد الميكانيكيات للحفاظ على معدلات البناء الضوئي في النباتات المعرضة الى االتراكيز السامة. ونتائج هذه الدراسة متوافقة مع تأثيرات البورون السام في سُمك أوراق الفاصوليا *Phaseolus valgaris* (19).

وبالسياق نفسه فان ما حصل في أوراق عُقل الخيار وبنسب انخفاض 46.11 , 6.30 , 23.20 % لكل من سُمك نسيج الورقة وسُمك العرق الوسطي وسمك الطبقة الاسفنجية مقارنة بالسيطرة في حين سُمك العرق الوسطي وعرض الحزم الوعائية بنسبة 10.44, 26.43 % على التوالي . وتتفق نتائج هذه الدراسة مع (20) الذين وجدوا اختلالاً Disorganized في الطبقة الاسفنجية والعمادية في أوراقفاكهة الكيوي Kiwifruit عند تعرضها لسُمية البورون ومع (21) في نبات الماش Mung bean تحت ظروف الإجهاد الملحي وتتفق أيضاً هذه النتائج التشريحية مع (22) الذي وجد اختزالاً في سُمك الورقة مع زيادة الـ B مقارنة بالسيطرة فضلاً عن اختزال الطبقة الاسفنجية في حين لم تتغير الطبقة العمادية بشكل معنوي.

أما في أوراق الطماطة المتحملة للبورون فقد لوحظ بان إجهاد البورون سبب زيادة في كل من سُمك نسيج الورقة وسُمك العرق الوسطي وسُمك الطبقة الأسفنجية وكذلك أبعاد الحزم الوعائية (طول الحزمة وعرضها) في العرق الوسطي للورقة ونسب زيادة 12.46، 71.02، 16.56، 85.83 و22.82% ،على التوالي في حين لم يؤثر البورون معنوياً في الطبقة العمادية وهذا لايتماشى مع (23) الذين وجدوا بأن مستويات الملوحة العالية تثبط سُمك نسيج الورقة والعرق الوسطي والطبقة الاسفنجية، وتتفق النتائج مع ما توصل إليه (24) عند تنمية صنفين من الطماطة هما Edcawy و Moneymaker في وسط ملحي تركيزه 400 جزء بالمليون فقد حصلت زيادة في سمك نصل الورقة لكلا الصنفين مقارنة بالسيطرة وكذلك مع (25) الذي وجد بأن الإجهاد الملحي لا/أو يغير بشكل طفيف من سُمك الطبقة العمادية في أوراق الطماطة.

وعند تجهيز العُقل بكبريتات الزنك كمعاملة معالجة فقد شجعت الصفات التشريحية للأوراق من خلال زيادة سمك نسيج الورقة والعرق الوسطي والطبقة العمادية والاسفنجية وبزيادة عن كل من البورون لوحده والسيطرة وبشكل معنوي لكل من الماش والخيار والطماطة.

وأشار (26) بأن الزنك يحمي نسيج الخشب من اختلال التراكيب المستحثة بالملوحة في الأوراق. وهذا يعني أن الزنك تمكن من تقليل تأثيرات إجهاد البورون المؤذية للتراكيب التشرحية لأوراق كل من عُقل الماش والخيار والطماطة من خلال المؤشرات التشريحية أعلاه حيث ان الزنك يوثرفي تمايز أوعية الخشب وتكشفها وهذا ناشئ من تأثير الزنك في معدل النمو وتحفيز اتساع واستطالة الخلايا فضلاً عن دوره في تنشيط مضادات الإكسدة الانزيمية واللاأنزيمية وتخفيف الضرر التاكسدي في العقل المجهدة (27).

وفيما يتعلق بالتغيرات النسيجية في Hypocotyl عُقل الماش و الخيار والطماطة الموضحة في الجداول4و5و6 والصور في الاشكال 4،5،6 فقد لوحظ اختزال عدد الحزم الوعائية في كل من الماش والخيار وبنسبة (42.85 و 50.00)% ،على التوالي مقارنة بالسيطرة، أما في الطماطة فقد ازداد عدد الحزم الوعائية وبنسبة 50% بالنسبة الى السيطرة والذي يعد من النباتات المتحملة لتراكيز B العالية. أما سُمك النسيج والقشرة وعدد الأوعية فقد انخفض في الخيار بنسبة 37.5 و 29.41 و15.45 وفي الماش 10.5 و20 و17.7%،على التوالي في حين ازدادت جميع أبعاد الحزم الوعائية بنسبة 27.74 , 12.08, 31.00 , 9.48 %في كل من الماش والخيار وعلى التوالي. وهذه النتائج متوافقة مع (3) والذي وجد اختزال النظام الوعائي في نباتات الماش المجهزة بالملوحة (NaCl) ، كما أن زيادة قطر الحزم الوعائية في العُقل المجهدة قد يكون بسبب زيادة سمك الخلايا الوعائية، أما الأنخفاض في سُمك النسيج وسُمك طبقة القشرة فقد يكون بسب الانخفاض في أبعاد الخلايا وإتساعها عندما تكون تحت ظروف الإجهاد (28). وقد يعزى سبب اختزال الحزم الوعائية عند ظروف اجهاد البورون الى انخفاض كمية الاوكسين في عقل الماش والخيار عند التعرض لسمية البورون (29) التي تحفز تمايز الأوعية والقصيبات من الكامبيوم كما قد يعزى قلة عدد الأوعية عند تعرض العُقل الى الإجهاد الى مساعدة العُقل على الإقلال من نقل الآيونات السامة واختزال معدل النتح في عقل الماش والخيار والطماطة الى ما يقارب النصف (14) وبالتالي يقلل من تراكم التراكيز السامة من البورون في الاوراق وقلة نسبة Zn/ B عند تجهيز العقل بالزنك (29) وتعد هذه التغيرات التشريحية كميكانيكات تأقلم النبات لهذه الظروف المجهدة (30) .

أما في حالة الطماطة فأن كل المؤشرات النسيجية المذكورة أعلاه قد ازدادت وخصوصاً تغيرات الـ Hypocotyl كل هذه التكيفات التشريحية تكون لتأمين حصول العُقل على كميات كافية من الماء والمغذيات (29) والحفاظ على مستوياتها من خلال الإنخفاض في المساحة الورقية الذي ينعكس على معدل النتح في العقل (14) فالإنخفاض في المساحة الورقية في ظروف الإجهاد يعد من اليات التكييف لظروف الاجهاد، كذلك الحال مع الزيادة في سُمك نسيج القشرة.

وعند تجهيز الزنك مع البورون استعادت العقل لحزمها الوعائية كما لو كانت في السيطرة أما المؤشرات الأخرى فكانت مقاربة لما سجل في السيطرة بزيادة أبعاد الحزم الوعائية وتكشف الحزم الوعائية مما لها من ادور مهمة في رفع كفاءة أخذ ونقل الماء والمغذيات وphytosynthates تحت ظروف الإجهاد (31). أي أن الزنك حث التغيرات التركيبية في الجزء القاعدي لعُقل كل من الماش والخيار والطماطة المجهدة بالبورون ، وان تجهيز العقل بالزنك حَسنَ تكوين الحزم الوعائية وزيادة عدد الأنسجة الوعائية اذ أن الزنك يحمي الأنسجة الوعائية من تأثيرات البورون السام من خلال تثبيط أخذ البورون (29) ونقله في العقل وهذا يتفق مع (32) الذين وجدوا أن الزنك حَسن تكوين الحزم الوعائية في ساق الحنطة والحفاظ عليها من الإجهاد الملحي. وزيادة مساحة النظام الوعائي هي مرتبطة مع التوصيل الهيدروليكي Hydraulic conducdivity في نبات الفاصوليا *Phaseolus valgaris* (33).

5-المصادر

1- Ola, H,A.E., Reham, E.F., Eisa, S.S.and Habib, S.A. (2012). Morpho- anatomical changes in salt stressed kallar grass (*Leptochloa fusca* L. Kunth). Res. J. Agric. Biol. Sci., 8(2): 158-166.

2- Hussein, M.M., Abo-Leila, B.H., Metwally, S.A.and Leithy, S.Z. (2012). Anatomical structure of jatropha leaves affected by proline and salinity conditions. J. Appl. Sci. Res., 8(1): 491-496.

3- Rashid, P., Karmoker, J.L., Chakrobortty, S.and Sarker ,B.C. (2004). The effect of salinity on ion accumulation and anatomical attributes in mung bean (*Phaseolus radiatus* L. cv. BARI-3) seedlings. Int. J. Agri. Biol., 6 (3): 495-498.

4- Atabayeva,S., Nurmahanova,N., Minocha,S., Ahmetova,A., Kenzhebayeva,S., Aidosova,S.,Nurzhanova,N., Zhardamalieva,A., Asrandina,S., Alybayeva,R.and Li,T.(2013). The effect of salinity on growth and anatomical attributes of barley seedling (*Hordeum vulgare* L.).African.J Bioteh., 12(18): 2366-2377.

5- Ortega ,L., Fry, S.C.and Taleisnik, E. (2006). Why are *Chloris gayana* leaves shorter in salt-affected plants? Analyses in the elongation zone. J. Exp. Bot., 57: 3945-3952.

6- Lewis, A.M.and Boose, E.R. (1995). Estimating volume flow rates Through xylem conduits. Amer. J. Bot., 82 : 1112-1116.

7- Cervilla ,L.M., Rosales,M.A., Rubio-Wilhelmi,M.M., Sanchez- Rodrıguez,E. ,Blasco, B., and Rıos,J.J. (2009). Involvement of lignifications and membrane permeability in the tomato root response to boron toxicity .Plant Sci.,176:545–552.

8- Ghanati, F., Morita, A. and Yokota, H. (2005). Deposition of suberin in roots of soybean 893 induced by excess boron. Plant Sci., 168: 397- 405.

9- Choi ,E.Y., Kolesil, P., Mcneill, A., Collins, H., Zhang, Q.S., Huynh, B.L., Graham, R.and Stangoulis, J.C.R. (2007). The mechanism of boron tolerance for maintenance of root growth in barley (*Hordeum vulgare* L.). Plant Cell and Environment, 30: 984-993.

10- Papadakis, I., Dimassi, K.N., Bosabalidis, A.M., Therios, I.N., Patakas, A. and Giannakoula, A. (2004). Effects of B excess on some physiological and anatomical parameters of *Navelina orange* plants grafted on two rootstocks. Environ. and Exp. Bot., 51:247-257.

11- Cetin , E. (2009). Effects of boron stress on antiomaical sturucture of (*Medicago sativa* L.) leaves. J .Biol., 68(1) : 27-35.

12- Hoagland, D.R. and Arnon, D.I. (1950). The water-culture method for growing plants without soil. California Agriculture Experimental Station, Circular 347.

13- Hess, C.E. (1961). The mung bean bioassay for detection of root promoting substances. Plant Physiol.,36(l):suppl. 21.

14- Shaheed,A.I.,Alwan,A.H.and Hussein,K.A.(2014). The role of zinc alleviating B - toxicity in plants differing in their sensitivity to boron in terms of rooting response of

cuttings.Advances in Life Science and Technology,25:34- 42.
15- Huang, C.X. and Van Steveninck, R.F.M. (1990). Salinity induced structural changes in meristematic cells of barley roots. New Phytol., 15:17-22.
16- Mills, D. (1989). Differential response of various tissues of *Aspargus officinalis* to sodium chloride**.** J.Exper. Bot., 4: 411-414.
17- Hrishikesh, U.P. and Panda S K. (2013). Abiotic stress responses in tea (*Camellia sinensis* L.) . Reviews in Agricultural Science, 1: 1-10.
18- Reid, R.J., Hayes, J.E., Post, A., Stangoulis, J.C.R.and Graham, R.D. (2004). A critical analysis of the causes of boron toxicity in plants. Plant Cell Environ., 25:1405-1414.
19- Wignarajah, K., Jennings, D. H. and Handley, J. F. (1975). The effect of salinity on growth of *Phaseolus vulgaris* L. anatomical changes in the first trifoliate leaf. Ann. Bot., 39: 1029-1038.
20- Sotiropoulos, T. E., Therios, I. N., Dimassi, K. N., Bosabalidis, A.,Kofidis, G. (2002). Nutritional status, growth, CO_2 assimilation, and leaf anatomical responses in two kiwifruit species under boron toxicity. J. Plant Nutr. 25: 1249-1261.
21- Boghdady, M.S.(2009) . Physiological and anatomical studies on mung bean plant under salinity conditions. Ph.D. Thesis, Faculty of Agric., Zagazig University, 222 pp.
22- Bussler.W.(1964). Die Bormangelsymptome und ihre Entwiekluny Zeischer pflanzenernehr Bodenkunde 105: 113-136.

23- Khafagy M. A., Arafa, A. A. and El-Banna, M.F. (2009) .Glycinebetaine and ascorbic acid can alleviate the harmful effects of NaCl salinity in sweet pepper. Australian J. Crop Sci., 3(5):257-267 .
24- Gad, N.(2005). Interactive effect of salinity and cobalt on tomato plants II- Some physiological parameters as affected by cobalt and salinity Res. J. Agric.Biol. Sci., 1(3): 270-276.
25- Ali, Z.A. (2001). Ascorbic acid induced anatomical changes in the leaves and stems of tomato plants. Bull. National Res. Centre Egyp., 26(3): 371-382.
26- Gadallah , M.A.A. and Ramadan , T. (1997). Effects of zinc and salinity on growth and anatomical structure of *Carthamus tinctorius* L. Biol. Plant., 39 (3): 411-418.
27- علوان ، عبد عون هاشم ، عبد الله أبراهيم شهيد، خالد علي حسين.(2014). الميكانيكيات الدفاعية المضادة للاكسدة وعلاقتها بالبورون والزنك في انواع نباتية مختلفة. جامعة كربلاء // المؤتمر العلمي الثاني لكلية العلوم.
28- Christensen, M.J., Easton, H.S., Simpson, W.R. and Tapper, B.A. (1998). Occurrence of the fungal endophyte Neotyphodium coenophialum in leaf blades of tall fescue and implications for stock health. New Zeal. J.Agric. Res., 41: 595-602.
29- حسين ،خالد علي, عبد الله أبراهيم شهيد , عبد عون هاشم علوان. (2014). .التغير الحاصل في محتوى اندول حامض الخليك المصاحب لدور الزنك في ازالة سمية البورون في انواع نباتية مختلفة في تحملها للبورون. مجلة جامعة كرباء العلمية – المجلد الثاني عشر- العدد الثاني.
30- Pitman, W.D., Holte, C., Conrad, B.E. and Bashaw, E.C. (1983). Histological differences in moisture stressed and non-stressed kleingrass forage. Crop Sci., 23: 793-795.
31- Weerathaworn ,P., Soldati ,A.and Stamp, P. (1992). Seedling root development of tropical maize cultivars at low water supply.Angwandta Botanic 66: 93-96.
32- Keshavarz P. and Malakouti, M.J. (2007). Growth and anatomical structure of wheat as affected by zinc and salinity. In: Zinc Crops 2007 Improving crop production and human health, 24-26 May 2007, Istanbul, Turkey. 2007 International Zinc Association (IZA) / International Fertilizer Industry Association (IFA): Bruss.
33- Cachorro, P., Ortiz, A. and Cerda, A. (1993). Growth, water relations and solute composition of *Phaseolus vulgaris* L. under saline conditions. Plant Sci., 95:23-29.